





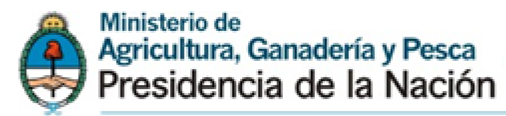
Jornadas Argentinas de Conservación de Suelos

Buenos Aires, 2-4 de Julio de 2013









Más allá de la próxima cosecha
La nutrición de los cultivos en una agricultura sustentable

Fernando O. García

IPNI Cono Sur

fgarcia@ipni.net

http://lacs.ipni.net/



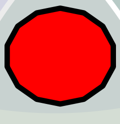
Objetivos de sustentabilidad

Ambiental

Mantener la calidad de suelos

Mitigar externalidades

Preservar hábitats



Económica

Proporcionar ingresos adecuados al productor

Generar ingresos para la sociedad

Preservar la calidad de vida

Social

Proveer alimentos en cantidad y calidad

Proveer empleos a la comunidad

Contribuir a programas de desarrollo social

Comisión Brundtland, ONU, 1987

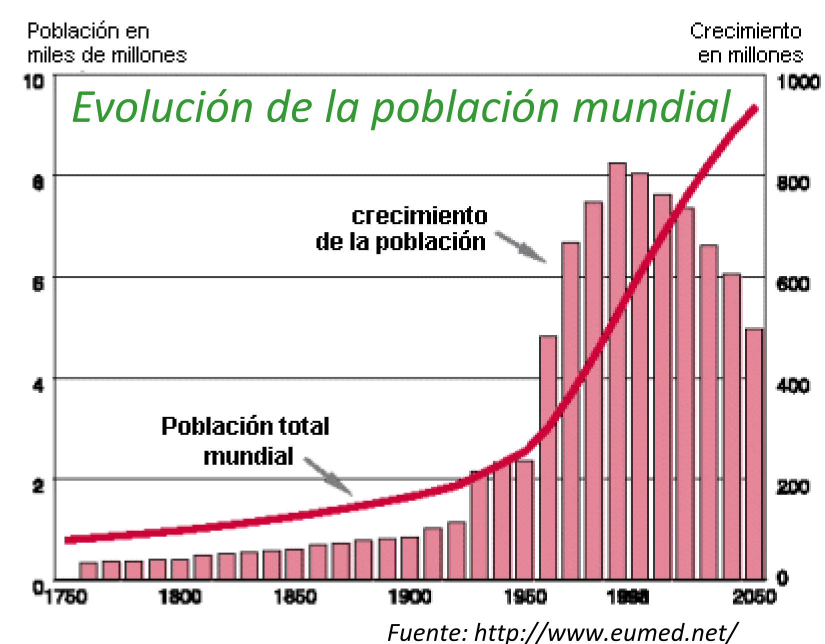


Demandas, desafíos y oportunidades para la agricultura

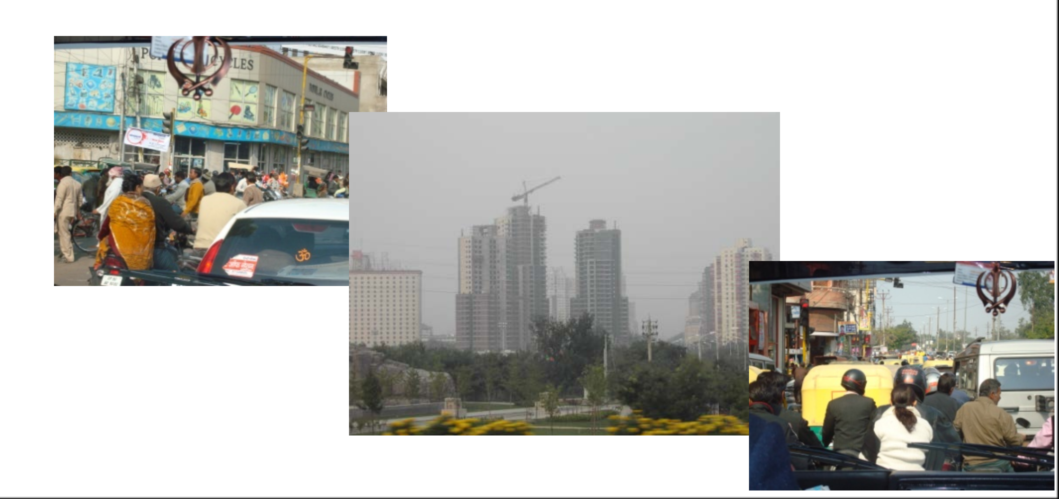
IPNI

- Demandas crecientes de alimentos, biomateriales, fibras y biocombustibles

- Los desafíos para la agricultura
  - Desarrollo humano y económico
  - Seguridad alimentaria
  - Seguridad energética
  - Uso de tierras
  - Efectos sobre el ambiente (externalidades)

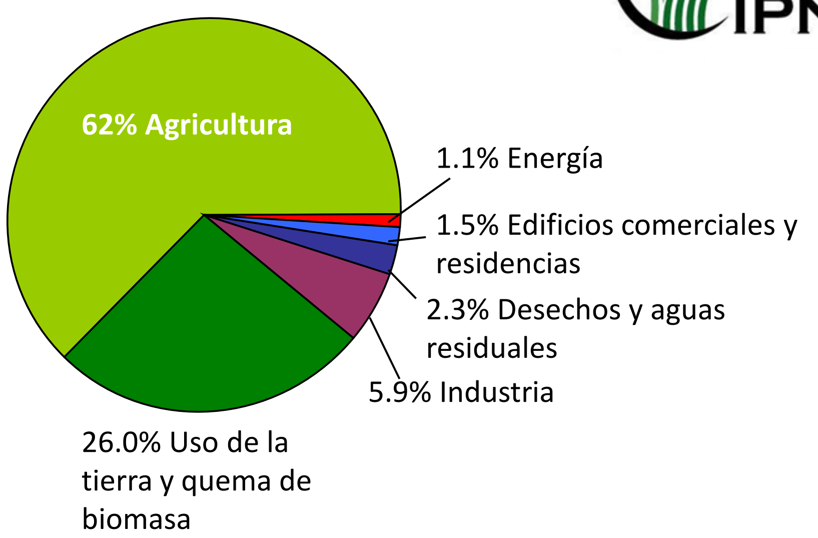


Fuente: http://www.eumed.net/



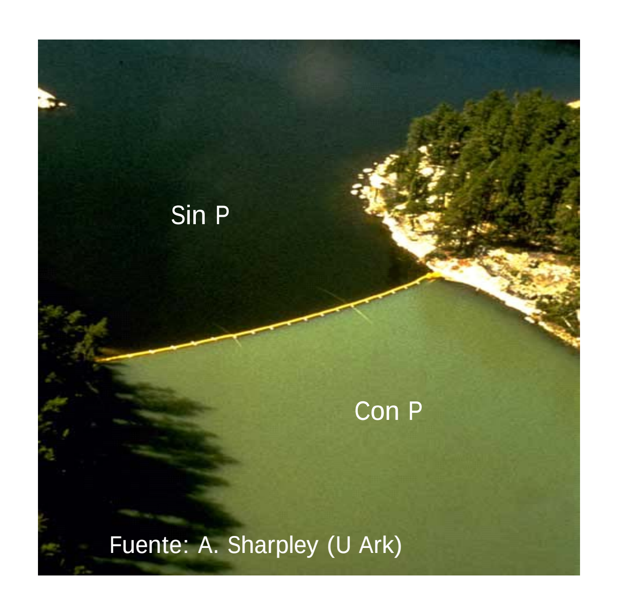
La agricultura y el ambiente

- Cambio climático: C y GEI
- Contaminación de suelos, aire y aguas
- Erosión de suelos
- Desertificación
- Uso de agua
- Agotamiento de nutrientes en los suelos
- Cambios en biodiversidad
- Reciclado
- Otros



Fuentes globales antrogénicas de N_2O

Fuente: IPCC 4th Reporte de Evaluación: Cambio climático 2007



UNEP SIDE EVENT



DATE:
SUNDAY, 17 JUNE

TIME:
10:00 AM TO 11:45 AM

VENUE:
BANCO DE CAIXA AUDITORIUM, AVENIDA ALMIRANTE BARROSO, 25 SUBSOLO, IN THE CENTRE OF RIO DE JANEIRO (METRO: CARIOCA STATION)

DESCRIPTION:
Essential nutrients, such as nitrogen and phosphorus, are central to improved food security and sustainable development. However, excess use and inefficient nutrient management practices can and do contribute to climate change, nutrient over-enrichment of aquatic systems, soil acidification and groundwater pollution, harmful algal blooms, hypoxic dead zones, loss of coral and sea grass cover and declining fish stocks. The session aims to provide an overview of the main issues concerned with nutrient management, with specific attention to nitrogen and phosphorus.

KEY SPEAKERS:

JOSEPH ALCAMO
Chief Scientist, UNEP

MARK SUTTON
Professor, Centre for Ecology and Hydrology, Natural Environment Research Council, UK

PANEL MEMBERS:

GREGORY LEE CROSBY
Director, Sustainable Development, National Institute of Food and Agriculture, US Department of Agriculture

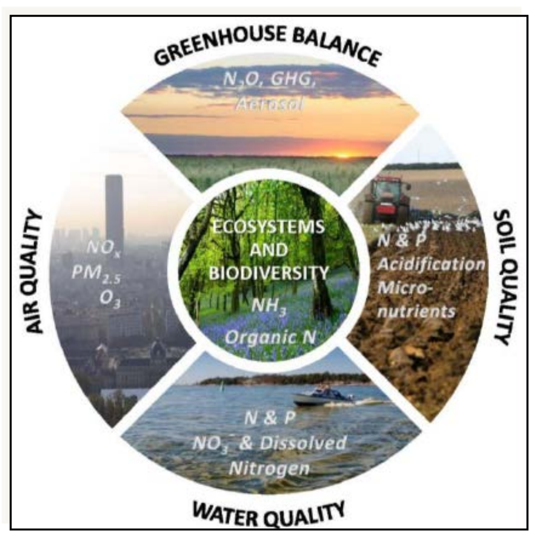
INGE LARDINOIS
Head, International Division, Ministry of Infrastructure and Environment, Netherlands

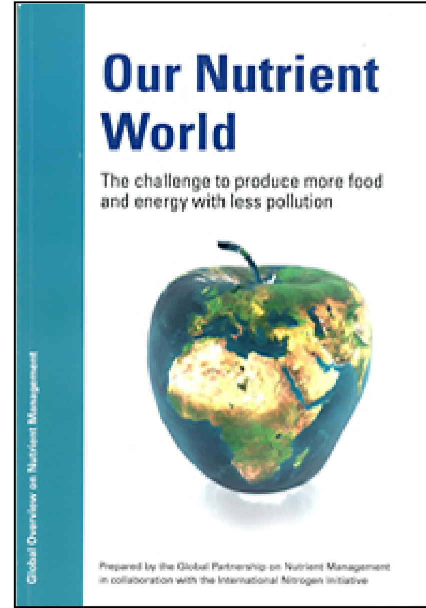
... and more

MODERATOR:

VINCENT SWEENEY
Coordinator, Global Programme of Action for the Protection of the Marine Environment from Land-based Activities

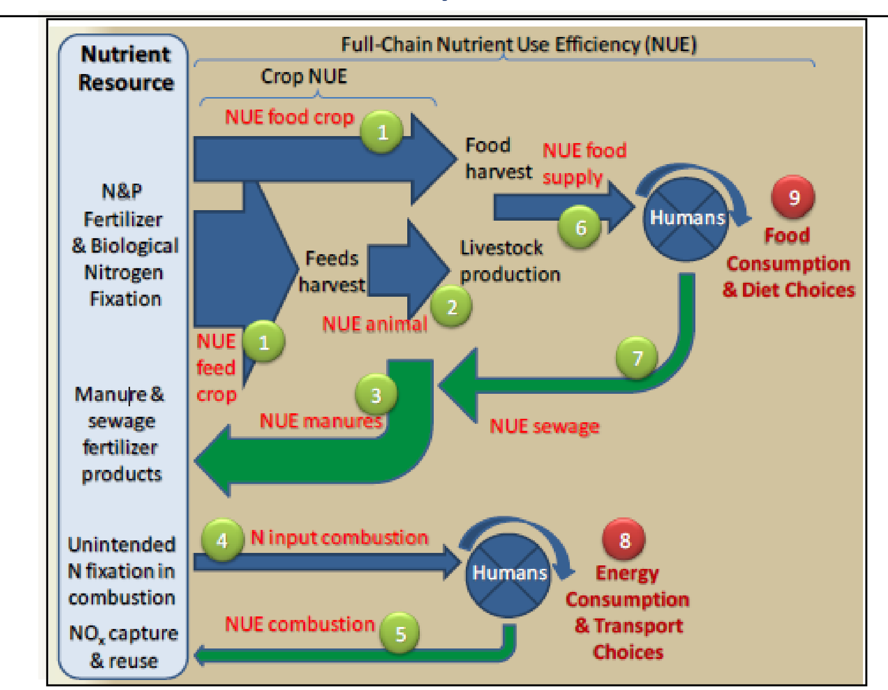
'Rio +20'





Sutton et al. (2013)
http://initrogen.org/index.php/publications/our-nutrient-world/

"Nutrientes esenciales, como N y P, son indispensables para mejorar la seguridad alimentaria y el desarrollo sustentable. Sin embargo, el uso excesivo y practicas de manejo de nutrientes ineficientes pueden y contribuyen al cambio climático, el enriquecimiento de nutrientes de sistemas acuáticos, la acidificación de suelos y contaminación de napas, el crecimiento brusco de algas, las zonas de hipoxia, las perdidas de cubiertas de coral y reservas declinantes de peces."



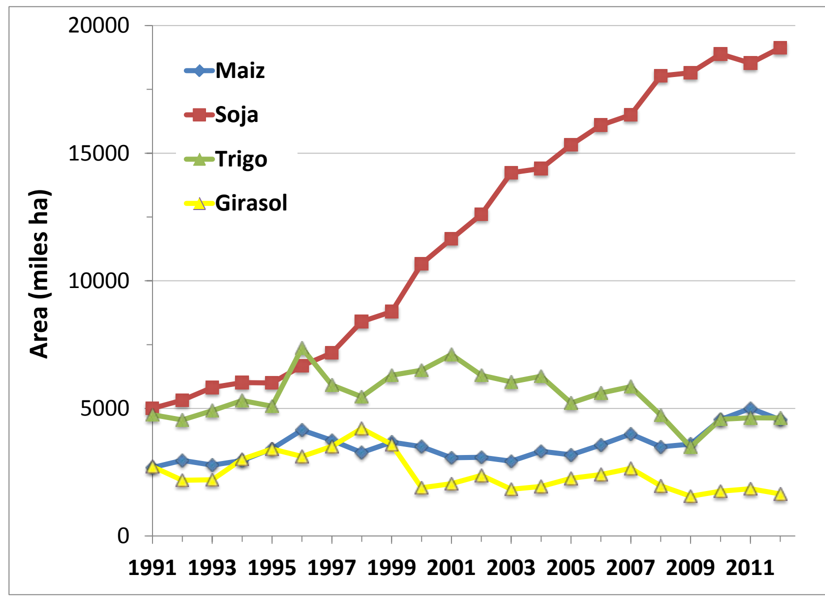
Intensificación productiva sustentable

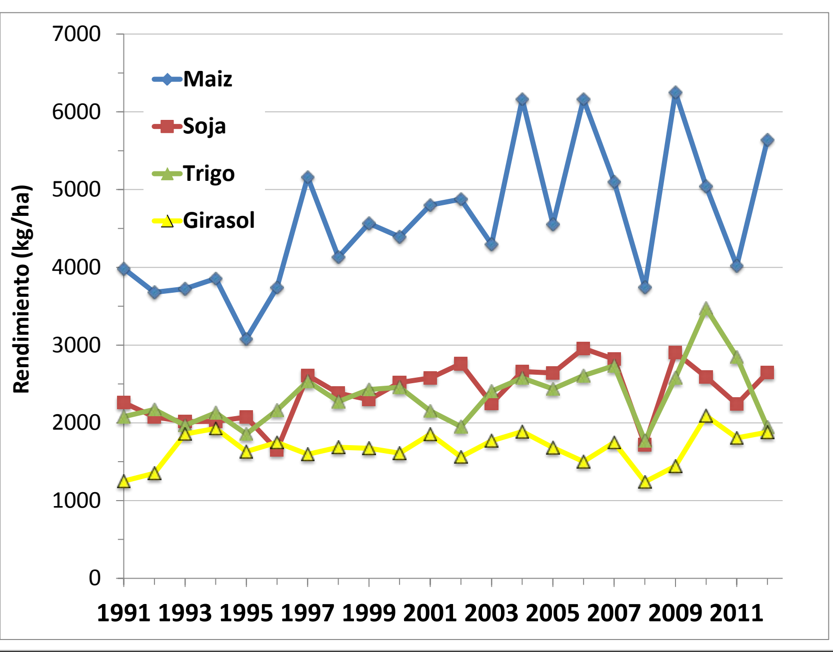
- *Mayor producción por unidad de recurso y/o insumo involucrado en el espacio y el tiempo (kg/ha/año)*
- *Mejorar eficiencias en términos agronómicos, económicos y ambientales*
- *Involucra sistemas y no solamente cultivos*

- ***Balance de nutrientes, Nutrición adecuada de cultivos y suelos***
- *Rotaciones*
- *Siembra directa*
- *Genética*
- *Manejo integrado de plagas, enfermedades y malezas*
- *Practicas de manejo como cultivos de cobertura*

Area y rendimiento de los principales cultivos de grano en Argentina







<u>En 2012</u>

- *55% Soja*
- *13% Maíz*
- *13% Trigo*
- *5% Girasol*
- *14% Otros (Cebada, sorgo, etc.)*

Incremento anual 1991-2012	Rendimiento *kg/ha/año*	Area *ha/año*
Maíz	81	63
Soja	28	782
Trigo	38	-
Girasol	-	- 64

Elaborado a partir de información de SIIA
http://www.siia.gov.ar/





Las Metas 2010-2020 - Granos[1)]



Granos

% de incremento[2)]

Producción [mill. tn]

Línea base 2010 100

Meta 2020 157,5

+58%

Superficie Sembrada [mill. ha]

Línea base 2010 33

Meta 2020 42

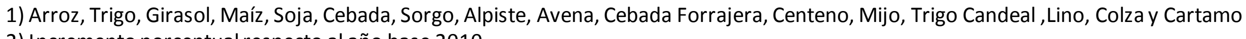
+27%

Productividad [tn/ ha]

Línea base 2010 3,59

Meta 2020 4,09

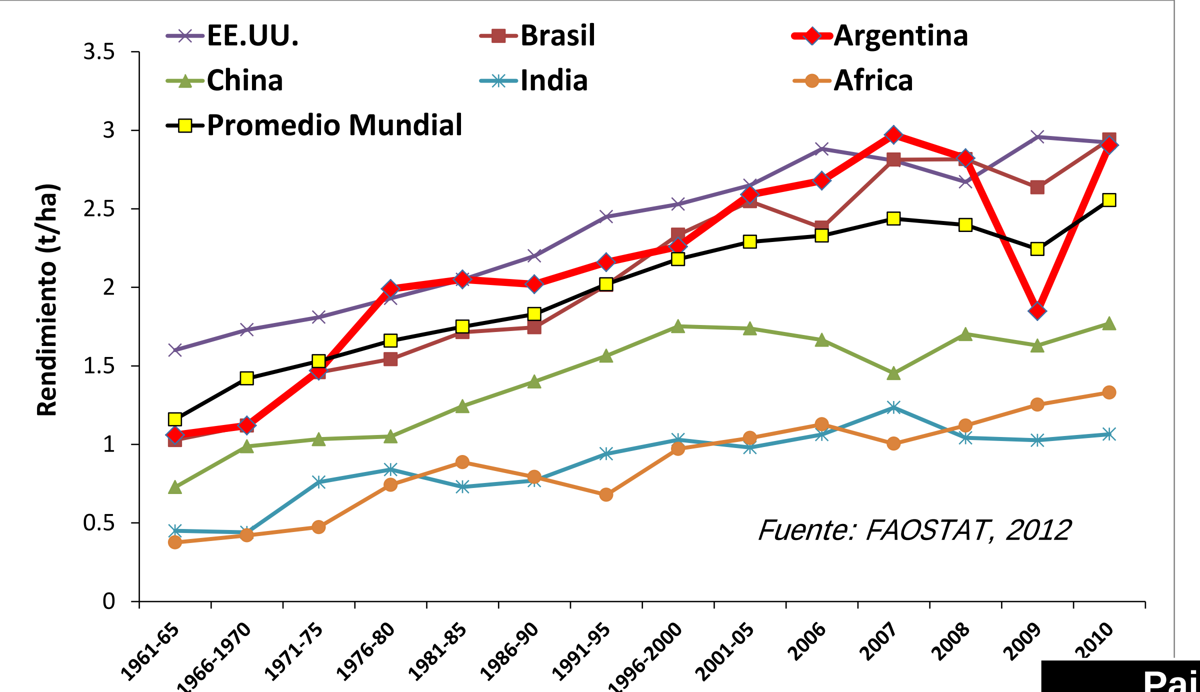
+14%



1) Arroz, Trigo, Girasol, Maíz, Soja, Cebada, Sorgo, Alpiste, Avena, Cebada Forrajera, Centeno, Mijo, Trigo Candeal ,Lino, Colza y Cartamo
2) Incremento porcentual respecto al año base 2010



Evolución de Rendimientos de Soja



Las ganancias de rendimiento disminuyeron en los últimos años

Pais	Incremento anual	
	1965-2010	2005-2010
	----- *kg/ha/año* -----	
Mundo	99	29
EE.UU.	110	42
Brasil	151	78
Argentina	123	67
China	72	9
India	49	4
Africa	69	55

¿Podemos plantearnos aumentar +500 kg/ha los rendimientos promedio de soja en los próximos años?



La soja responde a la fertilidad de los suelos

Evolución de Rendimientos de Soja de Primera sin y con fertilización NPS

Rotación Maíz-Soja-Trigo/Soja

Red de Nutrición CREA Sur de Santa Fe

Ensayo La Blanca – Alejo Ledesma (Córdoba)

Rendimiento (kg/ha)
6000
5000
4000
3000
2000
1000
0
2001: 3432 / 3953 — 15%
2004: 4482 / 5600 — 25%
2007: 3551 / 5028 — 42%
2010: 2571 / 4874 — 90%
Testigo
NPS

Ensayo La Hansa – Cañada de Gómez (Santa Fe)

Rendimiento (kg/ha)
6000
5000
4000
3000
2000
1000
0
2001: 3828 / 4232 — 11%
2004: 3244 / 3948 — 22%
2007: 3406 / 4250 — 25%
2010: 3117 / 4141 — 33%
Testigo
NPS

Las diferencias entre Testigo y Fertilizado con NPS dependen de la fertilidad inicial del lote (P Bray, MO) y se van ampliando a través de los años

Fuente: CREA Sur de Santa Fe-IPNI-ASP



Argentina
Consumo aparente de nutrientes
N, P, K y S
1993-2012



Consumo de nutrientes (miles de ton)

0, 200, 400, 600, 800, 1000, 1200, 1400

S K P N

1993 1995 1997 1999 2001 2003 2005 2007 2009 2011

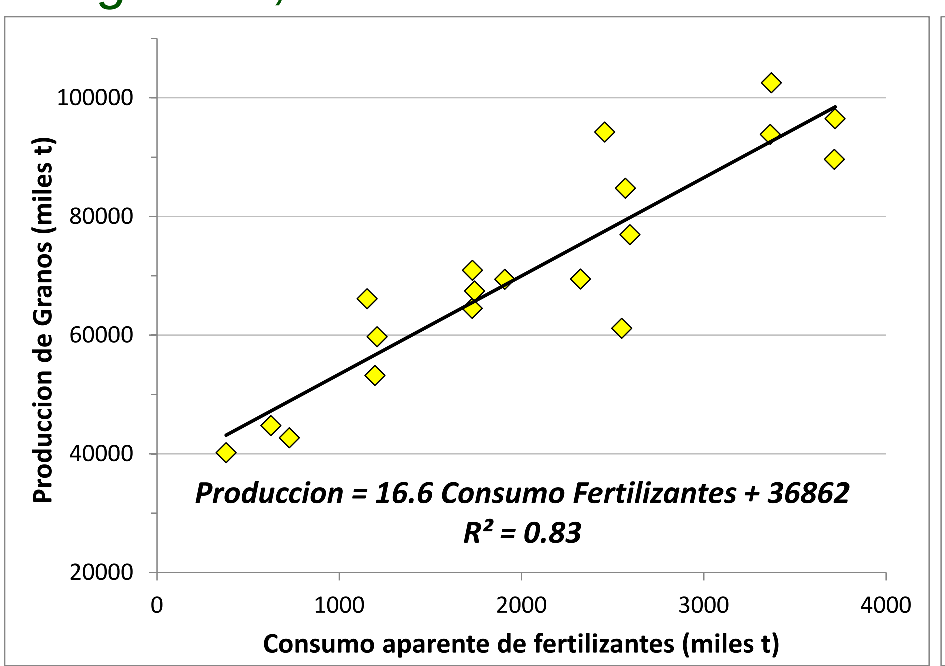
El consumo de fertilizantes se incremento de 380 mil t en 1993 a 3.1 millones t en 2012, una tasa anual de crecimiento de 163 mil toneladas

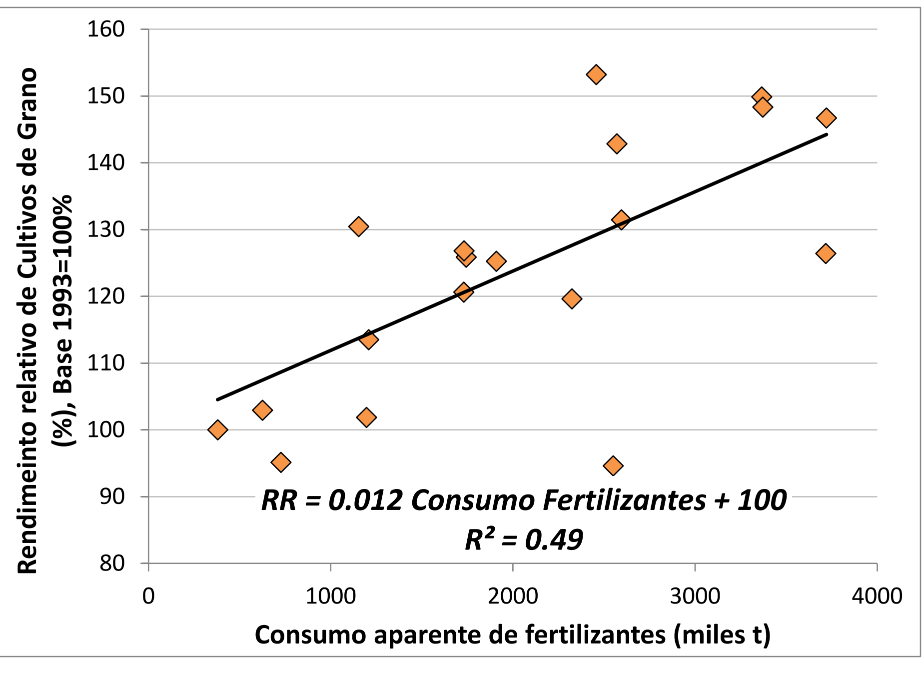
Elaborado a partir de datos de SAGPyA y Fertilizar AC

¿Cómo se relaciona el crecimiento del consumo de fertilizantes con la producción y el rendimiento de granos?



Argentina, 1993-2011





- *La producción de granos aumentó 16.6 millones de toneladas por cada millón de toneladas de incremento en el consumo de fertilizantes*
- *El rendimiento relativo de los granos aumentó 12% por cada millón de toneladas de incremento en el consumo de fertilizantes*
- *… pero otros factores, además de la fertilización, afectan la producción y rendimiento de granos*

Nota: Se consideró soja, maíz, trigo y girasol

Argentina: Relaciones Aplicación/Extracción de N, P, K y S en cultivos extensivos

1993-2012



Relacion Aplicacion/Remocion

0.8
0.7
0.6
0.5
0.4
0.3
0.2
0.1
0.0

N
P
K
S

1993 1995 1997 1999 2001 2003 2005 2007 2009 2011

2012

53%
33%
32%
1%

En la campaña 2011/12 se repuso el 30% del N, P, K y S extraídos en soja, maíz, trigo y girasol

Elaborado a partir de datos de SAGPyA y Fertilizar AC

Reposición de N, P, K y S en 2012 y proyectada para 2020 según proyección de Fundación Producir Conservando*

Principales cultivos de grano (maíz, soja, trigo, girasol y sorgo)

Año	Área (miles ha)	Producción (miles ton)	N	P	K	S
			Reposición en miles de ton			
			Reposición en % del total extraído			
2012	31200	92900	582	209	13	64
			32	*53*	*1*	*33*
Proyección 2020	39500	135143	1699	541	69	196
			87	*95*	*5*	*71*

** Disponible en http://www.producirconservando.org.ar/*



INTA

Instituto Nacional de
Tecnología Agropecuaria

Distribución de la concentración de fósforo extractable en suelos de aptitud agrícola de la región pampeana y extrapampeana Argentina

Muestras 0-20 cm, 2005 y 2006 (n=34447)

Fuente: Sainz Rozas et al. (2011)

P Bray

0,0 - 10,0
10,1 - 15,0
15,1 - 20,0
20,1 - 25,0
25,1 - 99,9

N

Kilómetros

0 125 250 500



Comparación de los datos del 2005-2006 con los resultantes de los relevamientos realizados por Darwich (1983; 1999), citado por García *et al*., 2006).

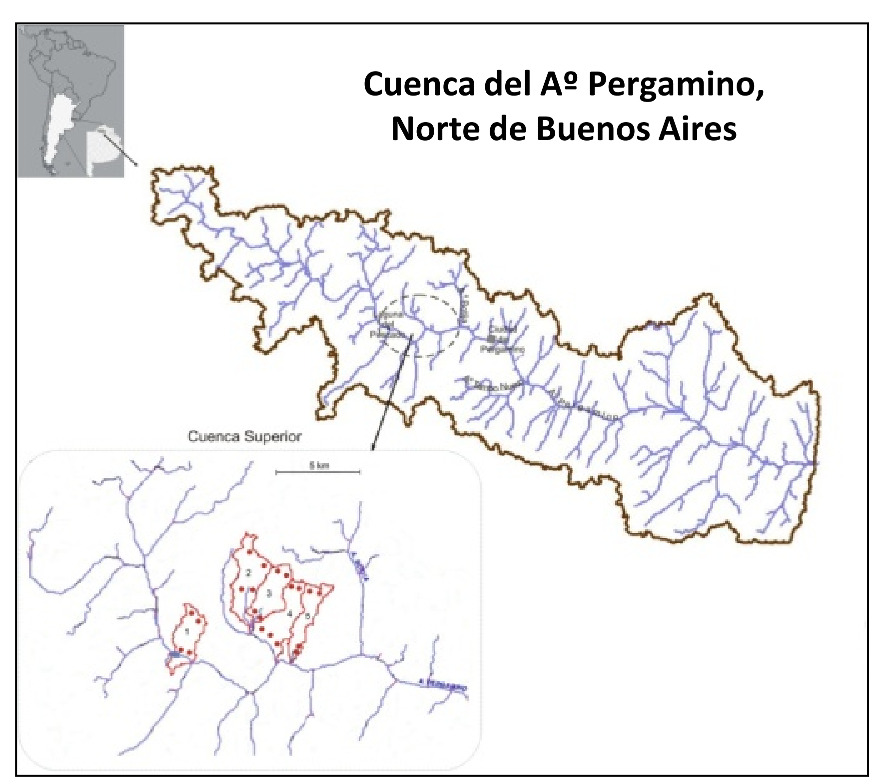
1980 | 1999 | 2005-2006

- Área I: Baja disponibilidad de P (< 10 mg kg^{-1})
- Área II: Disponibilidad media de P (10-20 mg kg^{-1})
- Área III: Alta disponibilidad de P (> 20 mg kg^{-1})

Fuente: Sainz Rozas et al. (2011)



Perdidas de nutrientes a aguas superficiales y subterráneas



- *30 perforaciones para monitoreo del agua subterránea*
- *5 estaciones de monitoreo del agua superficial*

38% de las perforaciones (12 m) registraron concentraciones de nitrato superiores a 10 mg N L^{-1}

Pérdida de N y P en el agua de escurrimiento

Campaña 2009/10 - EEA INTA Paraná

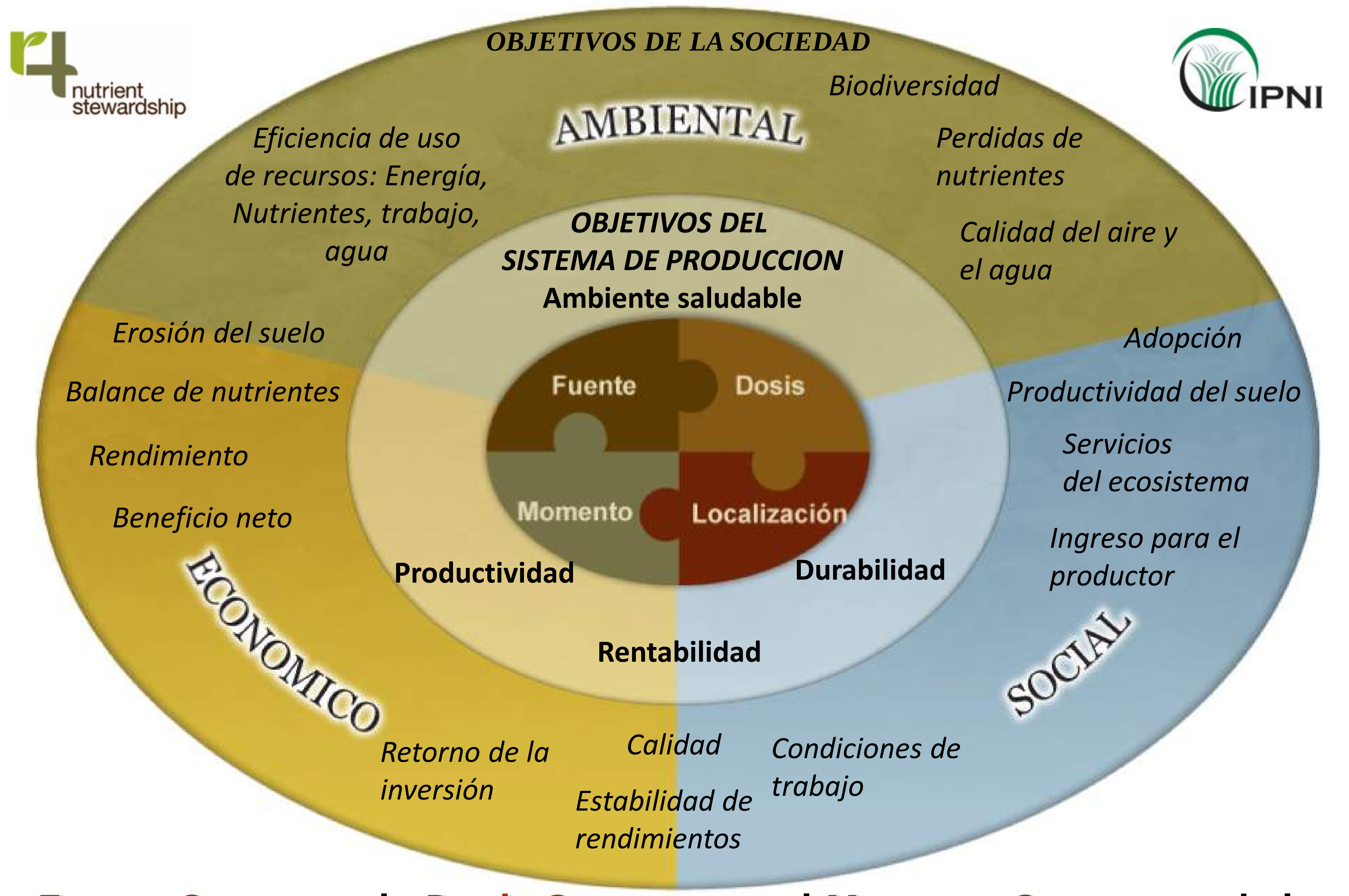
Tratamiento	N (kg ha^{-1})	P (kg ha^{-1})
Pastizal natural	0.4	0.2
M-T/S	1.8 ab	1.25 a
T/S	2.3 ab	2.3 a
S	2.87 a	5.05 b
CC-S	1.04 b	1.23 a

Fuente: Sasal et al. (2012 y 2013)

EEA INTA Paraná y EEA INTA Pergamino



Los cuatro fundamentos básicos de la nutrición (4Cs / 4Rs)



Fuente Correcta **a la** ***Dosis Correcta,*** **en el** ***Momento Correcto,*** **y de la** ***Forma Correcta***

La nutrición de suelos y cultivos en el corto plazo

1. *Mejorar diagnósticos de fertilidad y recomendaciones de fertilización*
2. *Integración de la nutrición en el sistema de producción*
3. *Mejorar los balances de nutrientes: Mas allá de la próxima siembra*
4. *Micronutrientes: Detección reciente de deficiencias*
5. *Nuevos productos fertilizantes*



Objetivos del análisis de suelo





- *Proveer un índice de disponibilidad de nutrientes en el suelo*
- *Predecir la probabilidad de respuesta a la fertilización o encalado*
- *Proveer la base para el desarrollo de recomendaciones de fertilización*
- *Contribuir a la protección ambiental mejorando la eficiencia de uso de los nutrientes y disminuyendo la huella ("footprint") de la agricultura sobre el medio ambiente*

¿Sabemos lo que tienen nuestros suelos? Muestreo y análisis de suelos



***Argentina*: Se analizan aproximadamente 140 a 160 mil muestras de suelo por año (2009)**

El número de muestras de suelos evaluadas anualmente en Argentina es bajo

Intensidad de muestreo en algunos países

	Ha por muestra
Argentina	249
Australia	262
Brazil	32
China	68
India	26
Russia	83
U.S.	31

Eje Y (Ha por muestra): 0, 30, 60, 90, 120, 150, 180, 210, 240, 270, 300

Implementando el análisis de suelos



- Requiere muestreo representativo → muestreos geo-referenciados, ambientes
- Estandarización y calidad de los ensayos de laboratorio → IRAM-SAMLA, PROINSA
- Utilizar calibraciones regionales actualizadas
- Interpretación complementada con otros indicadores de suelo, información de manejo del suelo y del cultivo y condición del sitio; e integrada con otras herramientas de diagnostico como análisis de planta, sensores remotos, modelos de simulación, requerimientos de los cultivos, etc.

Fertilización fosfatada de soja



Eficiencia de Uso del FMA (kg soja/kg FMA)

6.0
5.0
4.0
3.0
2.0
1.0
0.0
-1.0

5.5
4.3
3.0
1.3
-0.4

98 sitios de 1995 a 2009 en Región Pampeana

Costo de 2.2 kg soja/kg FMA

< 6 ppm	6-10 ppm	10-15 ppm	15-20 ppm	> 20 ppm
n=15	*n=26*	*n=26*	*n=10*	*n=21*

P Bray (ppm)

- **Si el nivel de P Bray es menor de 15 ppm hay una alta probabilidad de respuesta rentable a la fertilización fosfatada de soja**
- **Aplicando 75 kg de FMA, se puede esperar una respuesta promedio de 300-340 kg/ha, equivalente a 4-4.5 kg de soja por kg FMA con un costo de 2.2 kg de soja por kg FMA**

Alternativas para una mayor Eficiencia de Uso de N

- Mejorar los diagnósticos y las recomendaciones

- Aplicaciones divididas, ¿adopción? ¿logística? ¿rentabilidad?

→Monitoreo durante la estación de crecimiento

  - Evaluación visual usando parcelas de referencia (*parcelas de omisión*)
  - Uso de medidor de clorofila
  - Sensores remotos aéreos y satelitales
  - Sensores remotos terrestres
  - Uso de modelos de simulación

- Manejo sitio-especifico: Aplicaciones variables

- Tecnologías de fertilización: Nuevos fertilizantes como inhibidores de ureasa y de nitrificación o fertilizantes estabilizados o de liberación lenta

- Rotaciones y asociaciones de cultivos: Uso de cultivos de cobertura que aporten N al sistema

Trabajamos en sistemas de producción en los que las practicas interactúan y modifican la eficiencia y efectividad de uso de otras practicas



Sistema de producción

- Rotaciones
- Genética
- Manejo integrado de plagas
- Siembra directa
- Coberturas
- Fecha y densidad de siembra
- Nutrición/ Fertilidad
- Manejo por ambientes

Efecto del nitrógeno y el potasio en la expresión de enfermedades



	Nivel de N		Nivel de K	
	Alto	Bajo	Alto	Bajo
Biotróficos				
Royas	+++	+	+	++++
Mildius	+++	+	+	++++
Necrotróficos				
Drechslera	+	+++	+	++++
Fusarium	+	+++	+	++++

"La nutrición adecuada mejora la defensa contra las enfermedades a partir de las mejoras en las condiciones de crecimiento del cultivo, y por la propia interacción con la biología y nutrición de los patógenos"

"Estas prácticas podrían constituir una estrategia complementaria y formar parte de un programa que fortalezca la sustentabilidad, protegiendo al ambiente, y reduciendo la tasa de uso de fungicidas"

Fuente: Carmona, 2011

Eficiencia de uso del agua bajo distintos tratamientos de fertilización NPS en el largo plazo

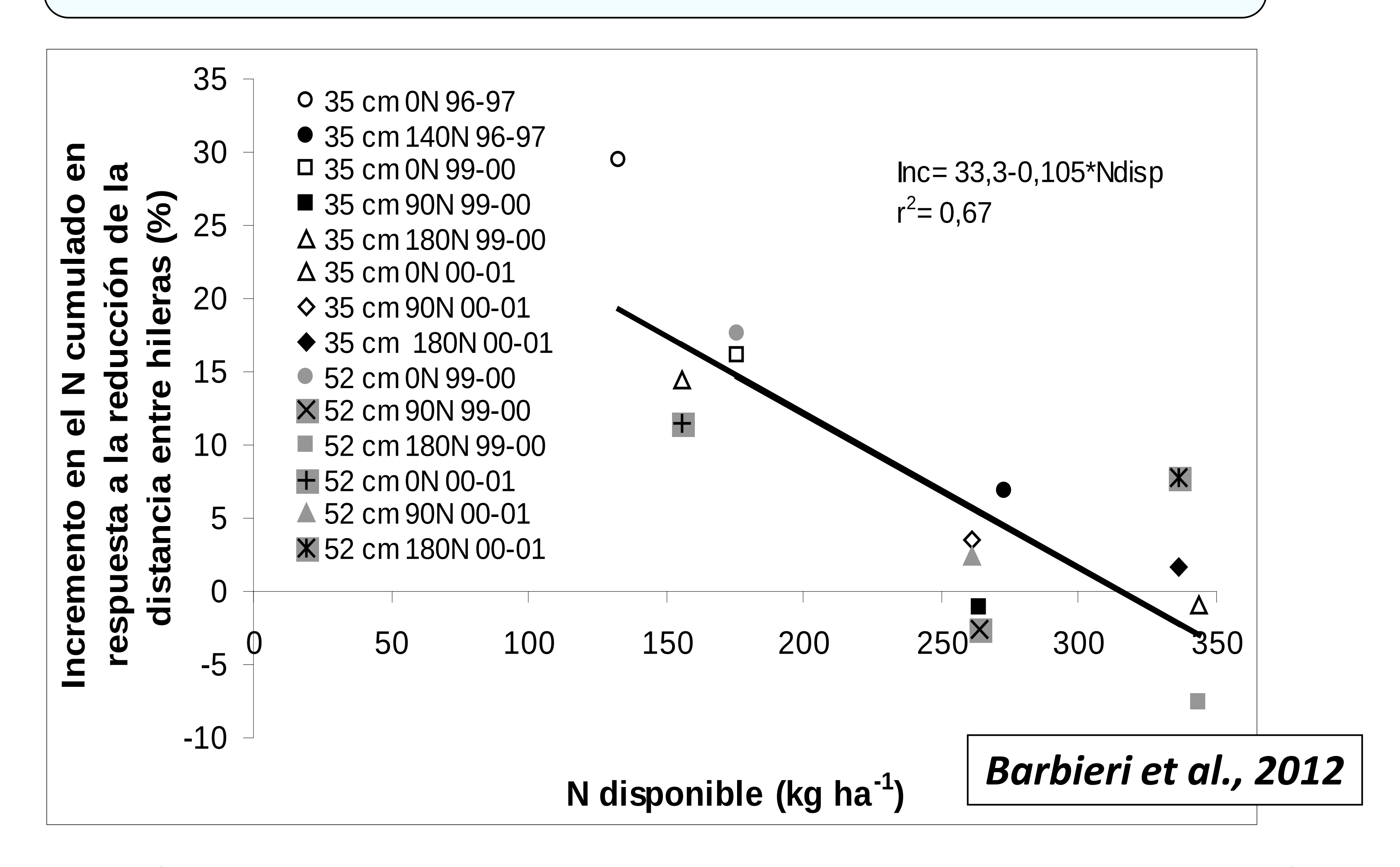
Red de Nutrición CREA Sur de Santa Fe - 2000 a 2010
Correndo et al. (2012)

Tratamiento	Rotación M-T/S			Rotación M-S-T/S			
	Maíz	Trigo	Soja de segunda	Maíz	Soja de primera	Trigo	Soja de segunda
	---------------------------- kg/ha/mm ----------------------------						
Testigo	10,3 b*	7,6 d	6,8 b	11,4 b	7,5 a	6,3 a	4,6 a
PS	12,1 ab	11,5 bc	8,4 ab	14,2 ab	8,6 a	8,8 a	5,4 a
NS	14,2 ab	10,8 cd	7,5 ab	16,0 a	8,1 a	7,7 a	5,3 a
NP	15,1 ab	14,4 ab	8,0 ab	17,0 a	8,3 a	9,0 a	5,1 a
NPS	16,7 a	15,4 a	9,3 a	17,3 a	9,3 a	9,2 a	5,6 a

Fuente: CREA Sur de Santa Fe-IPNI-ASP

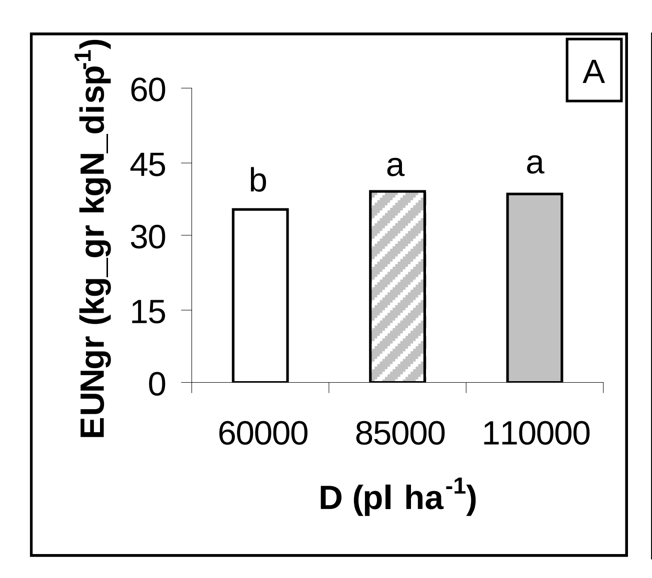


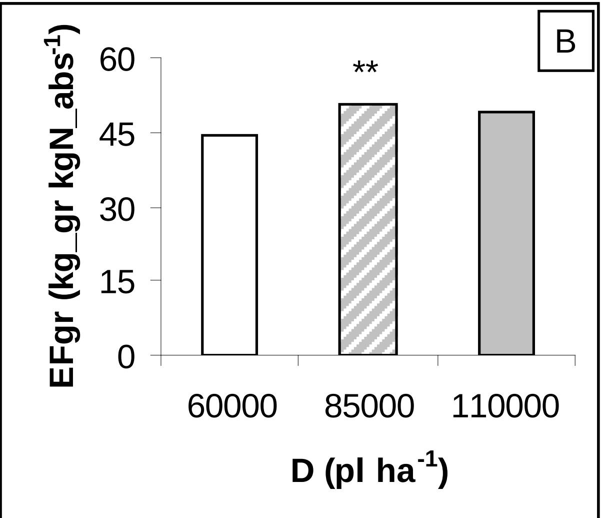
Incrementando la eficiencia de recuperación (ER) de N reduciendo la distancia entre hileras en maíz

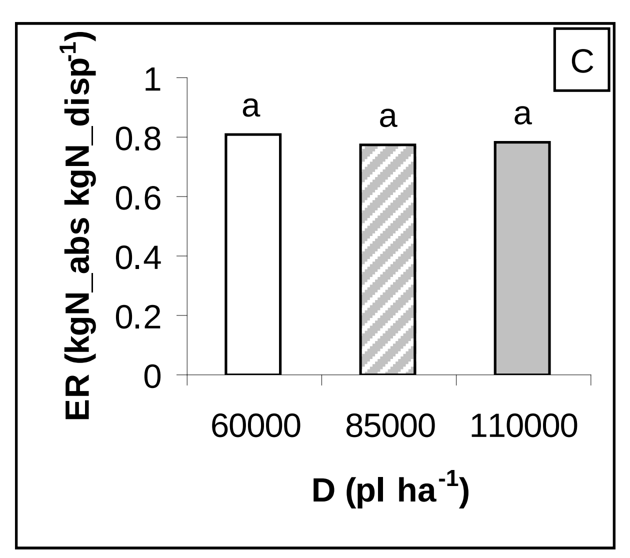


La reducción de la distancia entre hileras incrementa la absorción de N a baja disponibilidad → mayor ER de N

Efectos de densidad de plantas en al eficiencia de uso del N (EUN) en maíz







Pietrobón et al., 2012

La EUN aumenta con mayores densidades al incrementarse la eficiencia fisiológica (EF), mas kg de grano por kg N absorbido. La densidad no afecto la ER de N

Emisiones de N_2O en sistemas intensificados

Maíz 2011/12 – UIB INTA-FCA Balcarce

Fuente: Picone et al. (2013)



Variable	Manejo Actual	Manejo Intensificado
Emisiones de $N\text{-}N_2O$ en el ciclo ($g\ N\text{-}N_2O/ha$)	227	273
Rendimiento (kg/ha)	5797 b	7643 a
kg maíz/g $N\text{-}N_2O$	26	28
N aplicado (kg N/ha)	43	67
g $N\text{-}N_2O$/kg N aplicado	5.3	4.1










¿Qué es fertilización del sistema?



- Los efectos de la fertilización de un cultivo se extienden a los cultivos posteriores
- Fertilizar la rotación o el sistema, es manejar estos efectos mas allá del cultivo inmediato
- Depende fuertemente del conocimiento de la dinámica de los nutrientes en el sistema suelo-planta
- La fertilización de la rotación se asocia con la idea de nutrición de suelos … y cultivos
- En segunda instancia, se asocia con la filosofía de reposición de nutrientes

Fertilización del Sistema de Producción



Sustentado en la residualidad de nutrientes en formas orgánicas (N, P, S) y/o inorgánicas (P, K) en el suelo

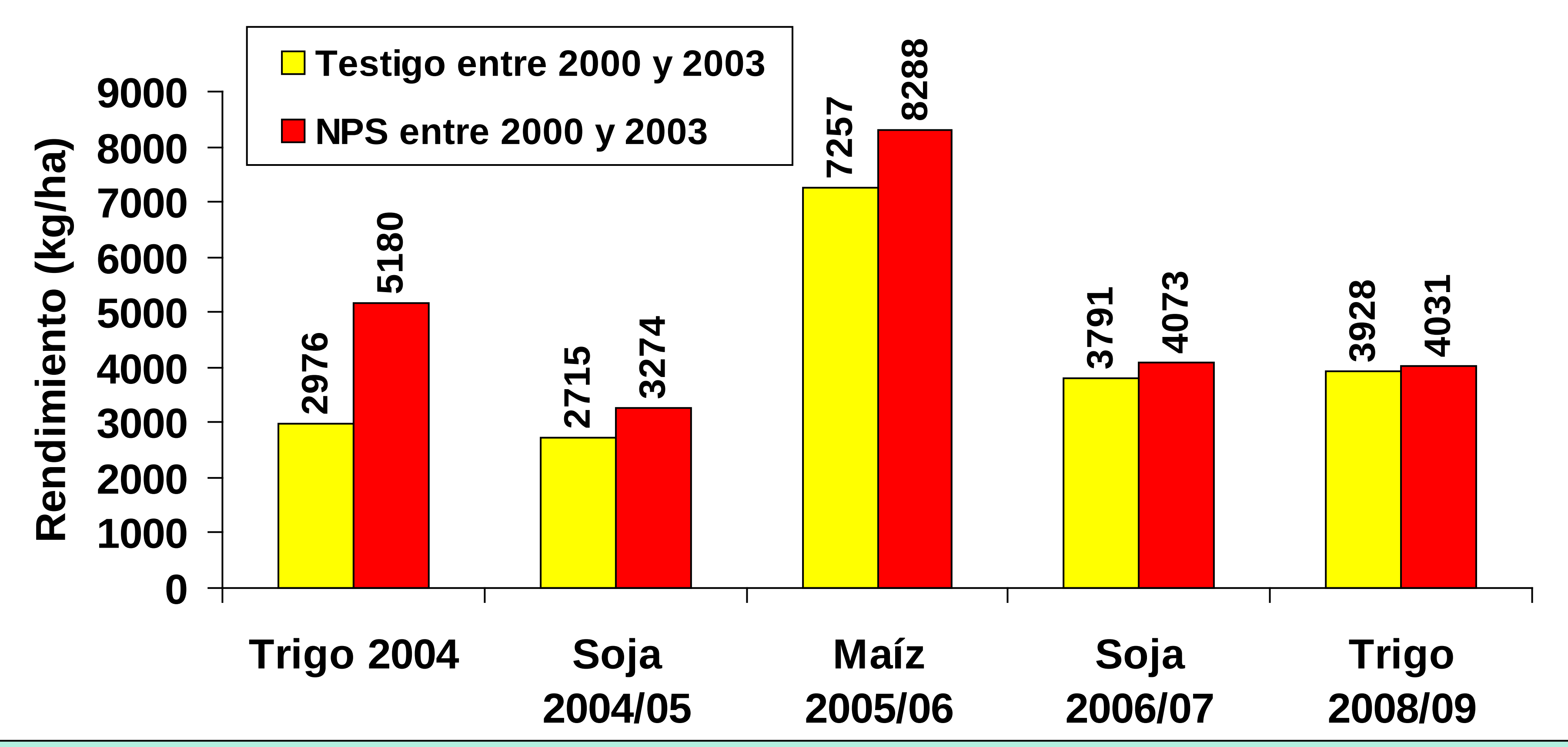
Objetivos y Ventajas

- ***Potenciar el reciclado de nutrientes bajo formas orgánicas (efectos sobre la MO del suelo)***
- ***Mejorar los balances de nutrientes en el suelo (Reposición)***
- ***Producir mayor cantidad de materia seca en cultivos de renta y cultivos de cobertura (mejorar balance de C del suelo)***
- ***Aumentar la eficiencia de las aplicaciones de fertilizantes (mejor distribución, menor fitotoxicidad)***
- ***Ahorro de tiempo en la siembra***
- ***Uso más eficiente de maquinarias y de personal***

Residualidad de la fertilización

IPNI

Ensayo El Fortín – Gral. Arenales (Buenos Aires) – Serie Santa Isabel
Red de Nutrición CREA Sur de Santa Fe



***Trigo/Soja 2004/05*: Todos fertilizados con 86 kg N + 27 kg P + 10 kg S**
***Maíz 2005/06*: Todos fertilizados con 88 kg N + 26 kg P + 10 kg S**
***2007/08*: Avena Pastoreo**

Fuente: CREA Sur de Santa Fe-IPNI-ASP

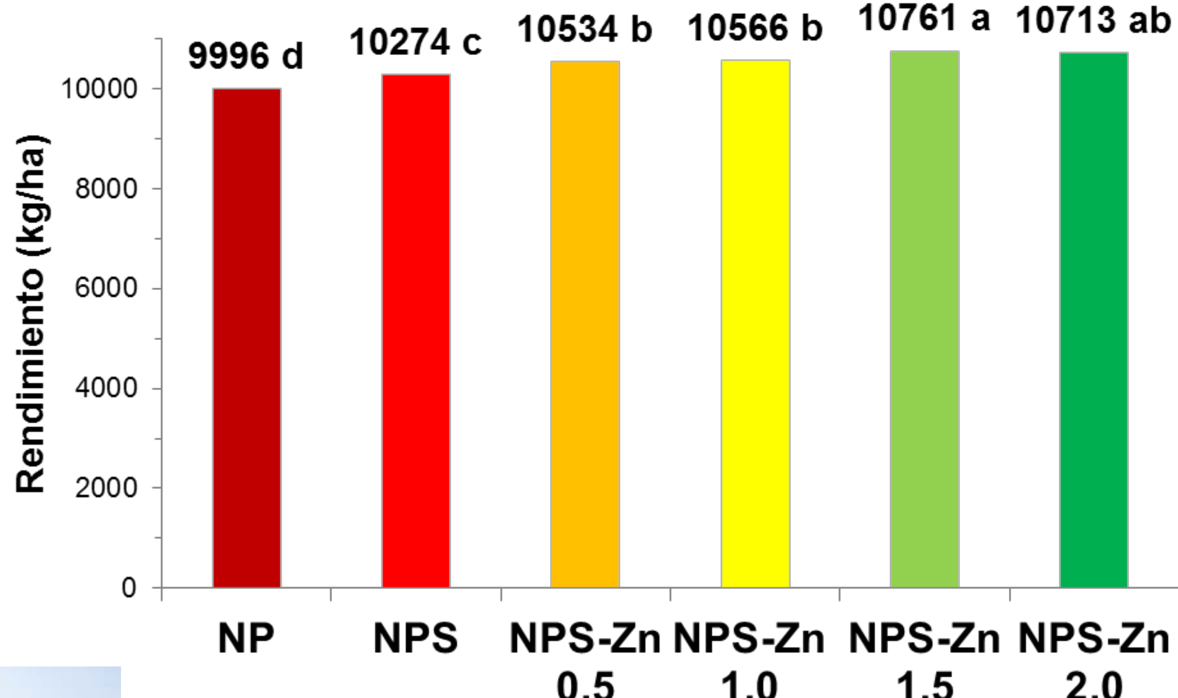
Zinc en Maíz

Promedios de dieciocho ensayos en Córdoba, Buenos Aires y Santa Fe
Campaña 2009/10, 2010/11 y 2011/12

Fuente: Mosaic-IPNI



Foto: Matías Ruffo (Mosaic)



Fotos: Máximo Uranga (CREA Las Petacas)

+Zn

-Zn

Foto: Ernesto Caracoche (ASP) Herrera Vega (Bs. As.)

Sitios en Buenos Aires (9 de Julio, Balcarce, Lincoln, Gral. Villegas, Pergamino), Córdoba (Alejo Ledesma, Chaján, Adelia María, Guatimozín y Rio Cuarto) y Santa Fe (San Justo, María Teresa, Rafaela, Wheelwright y Oliveros)

Respuesta significativa en 12 de los 18 sitios evaluados

IPNI

La nutrición de suelos y cultivos en el mediano/largo plazo

1. *Introducción de genes de eficiencia de uso de nutrientes*

2. *Desarrollos de microrganismos que contribuyan a un uso más eficiente de nutrientes*

3. *Provisión de nutrientes según momento de demanda de los cultivos: Nanotecnología, fertilizantes estabilizados, tratamiento integral de semillas*

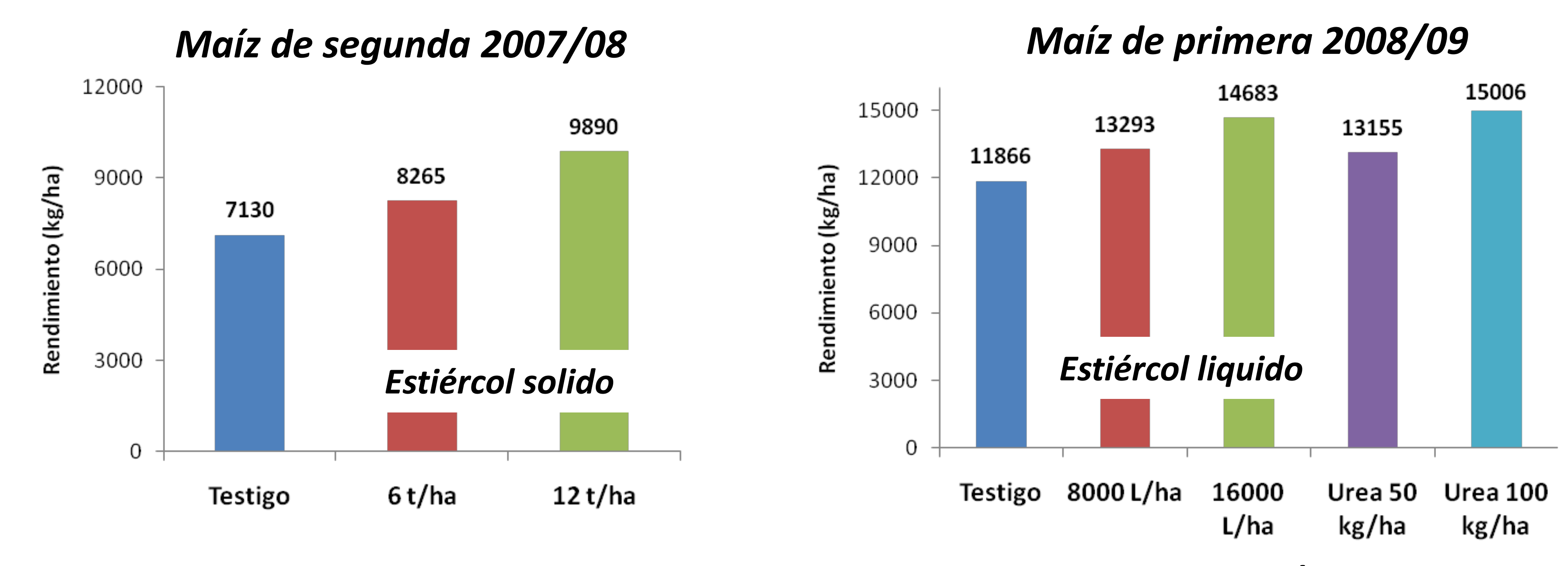
4. *Reciclado de nutrientes*

5. *Desarrollo de alimentos funcionales*



Experiencias con el uso de efluentes de tambo en la región central de Santa Fe

Fontanetto y col. (2010)- EEA INTA Rafaela (Santa Fe)



Efecto en propiedades del suelo ***– Tambo en Humboldt (2009), aplicación de 72000 L/ha de efluentes***

Tratamiento	MO	N total	P Bray
	%	%	ppm
Sin efluentes	2.27	0.11	11
Con efluentes	2.94	0.15	34

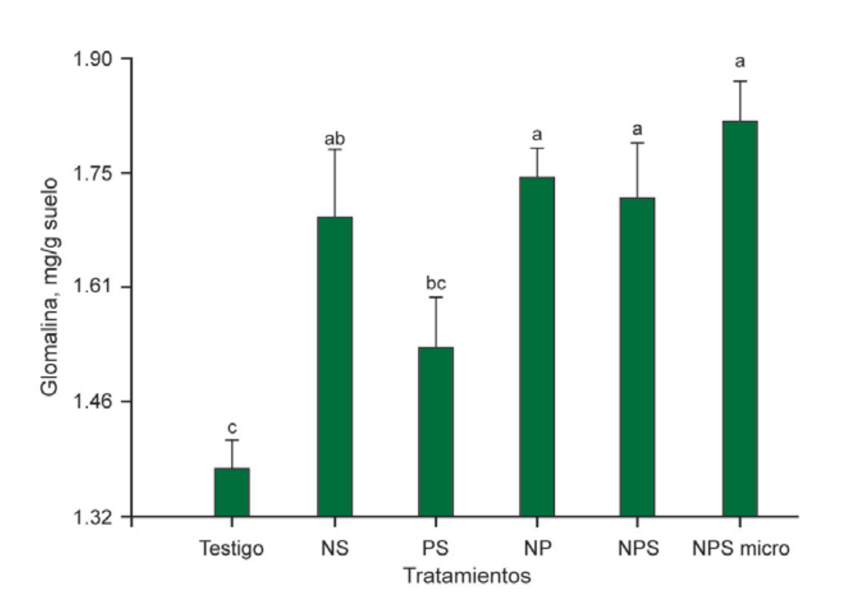
Composición de efluente de sala de ordeño 10.4% MS, 0.14 g/L N y 0.01 g/L P

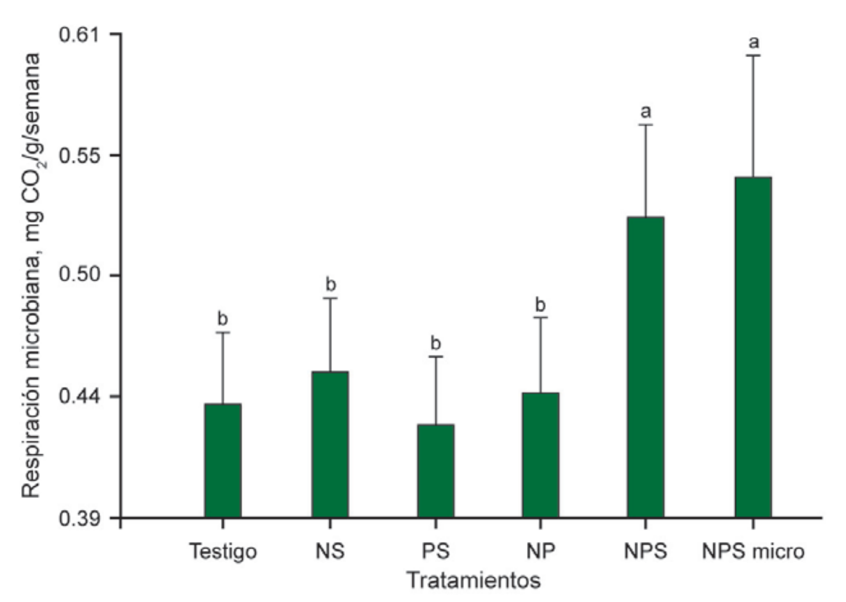
Interacciones del manejo de la nutrición de suelos y cultivos con propiedades y procesos del suelo

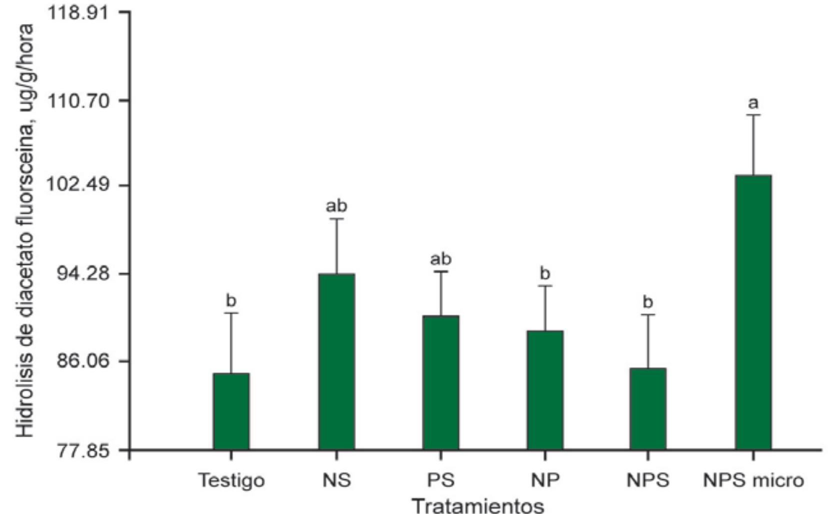
- *Poblaciones y actividad microbiana*
- *Propiedades físicas*

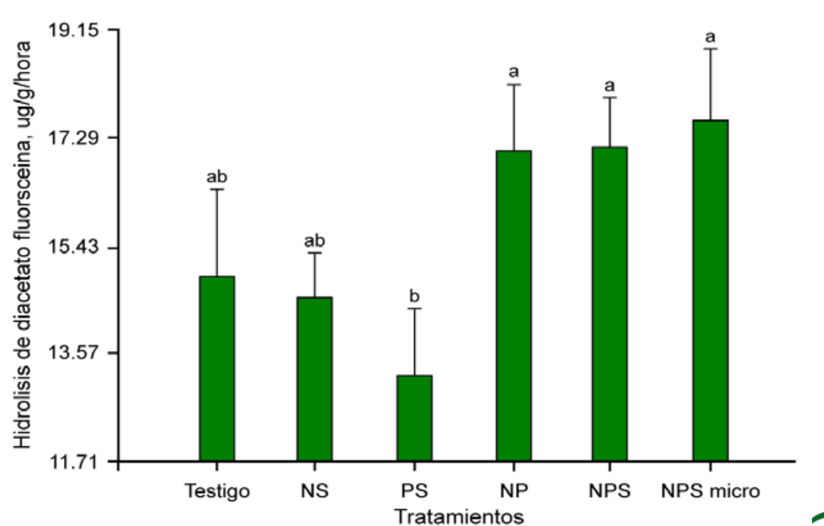


Efecto de la fertilización inorgánica sobre el contenido de glomalina del suelo, la respiración microbiana, la hidrólisis de diacetato de fluoresceína (FDA), y la actividad fosfatasa ácida, cuantificados en un ensayo ubicado en la localidad de Teodelina (Santa Fe). Red de Nutrición CREA Sur de Santa Fe. Campaña 2010/11.
Grumberg et al. (2012)







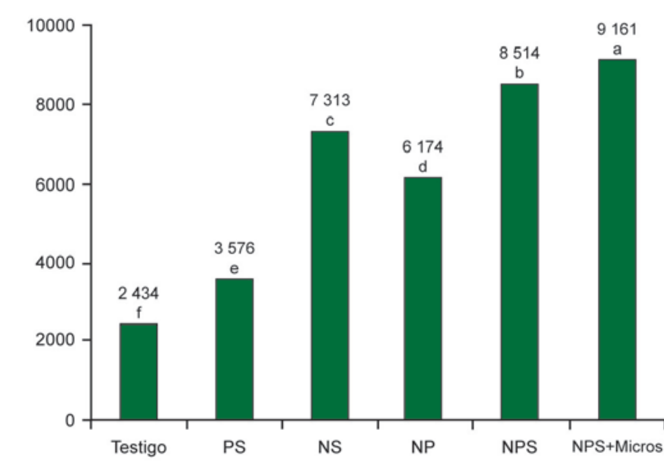




Análisis de Componentes Principales (ACP) de diferentes variables bajo distintos tratamientos de fertilización inorgánica en maíz. Red de Nutrición CREA Sur de Santa Fe.
MO: materia orgánica, FDA: hidrólisis de diacetato de fluoresceína.
Grumberg et al. (2012)

5.00
2.50
0.00
-2.50
-5.00
CP 2 (21.5%)
Act. Deshidrogenasa
NP
PS
Pe
Rendimiento
Glomalina
Act. Fosfatasa
S
NPS + micronutrientes
FDA
Respiración microbiana
NPS
MO
N total
Testigo
NS
Estabilidad de agregados
-5.00
-2.50
0.00
2.50
5.00
CP 1 (56.7%)

El contenido de glomalina, la respiración microbiana, y la actividad fosfatasa ácida son las variables biológicas que mayormente contribuyeron a diferenciar a los tratamientos NPS y NPS+Micros, del resto de los tratamientos, a lo largo del eje 1, además de MO, N total y S.





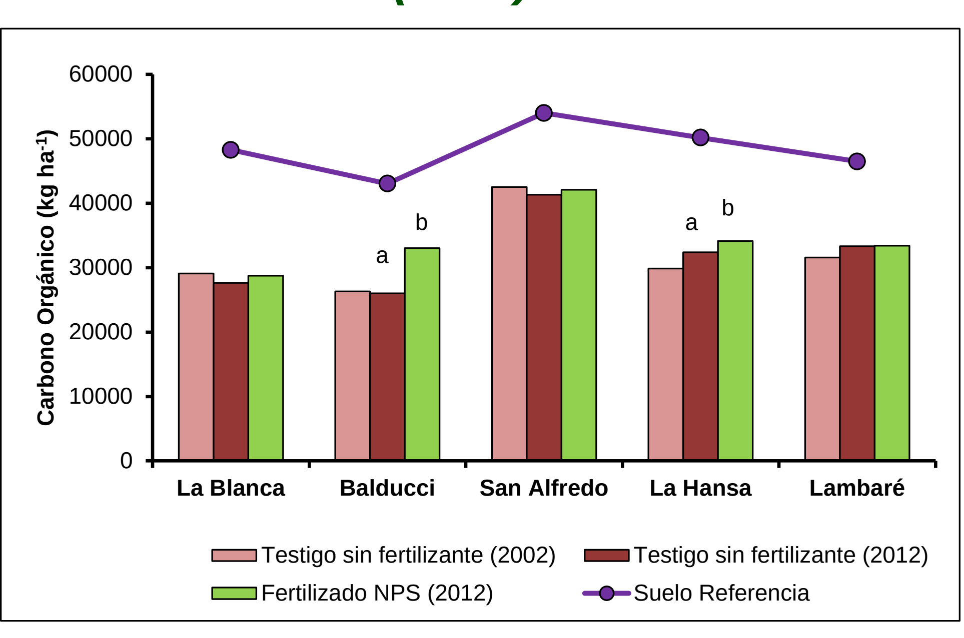
Biplot de las funciones microbianas del suelo, determinadas a partir del consumo de fuentes de C, en respuesta a la fertilización inorgánica (N, P, S y micronutrientes) en el cultivo de maíz en un ensayo de larga duración. Red de Nutrición CREA Sur de Santa Fe. ***Conforto et al. (2012)***

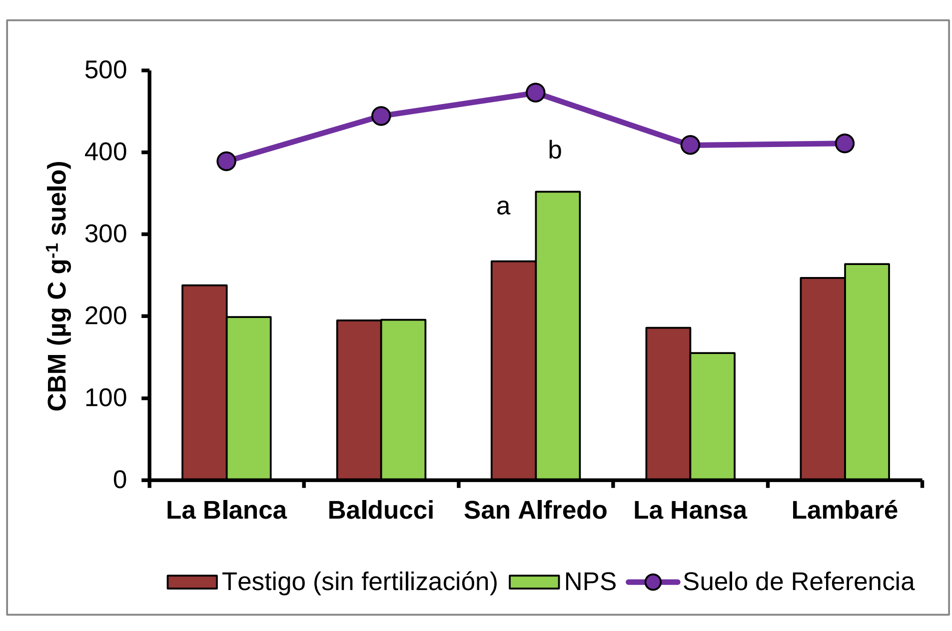
5.00
2.50
0.00
-2.50
-5.00
CP 2 (21.6%)
Triptofano
Xilosa
Thiamina
NP
NS
Lactosa
Galactosa
PS
NPS
+
micronutrientes
Lisina
Arginina
NPS
Fructosa
Manosa
Asparagina
Glucosa
Dextrosa
Testigo
-5.00
-2.50
0.00
2.50
5.00
CP 1 (46.3%)

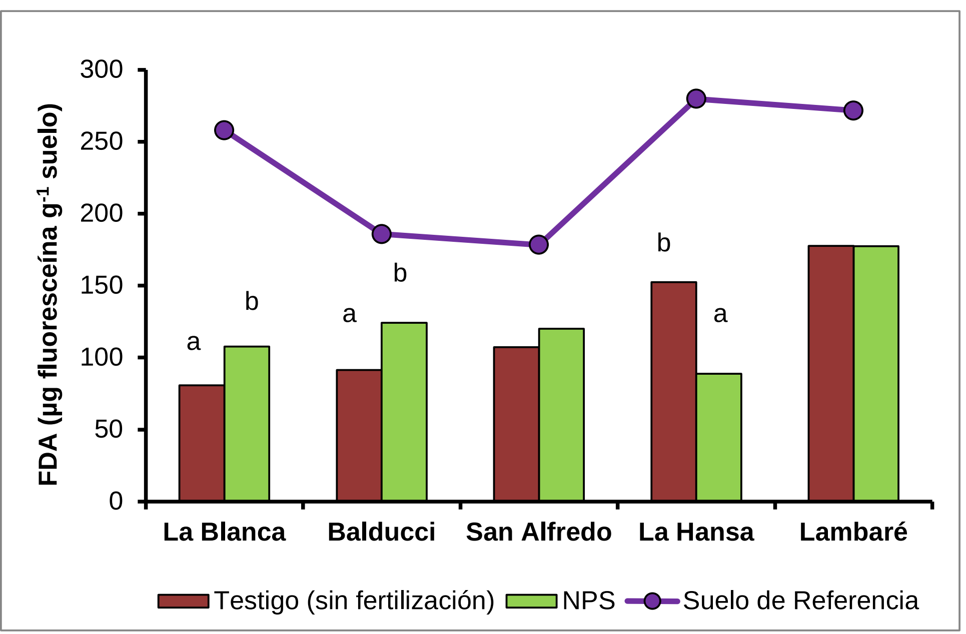
El tratamiento NPS+Micros registró la mayor actividad respiratoria de las fuentes de C, diferenciándose de los tratamientos PS y Testigo, a lo largo del CP1.



Evaluaciones microbiológicas Red de Nutrición CREA Sur de Santa Fe
Ferreras et al. (2013)







El NPS supero al Testigo en:

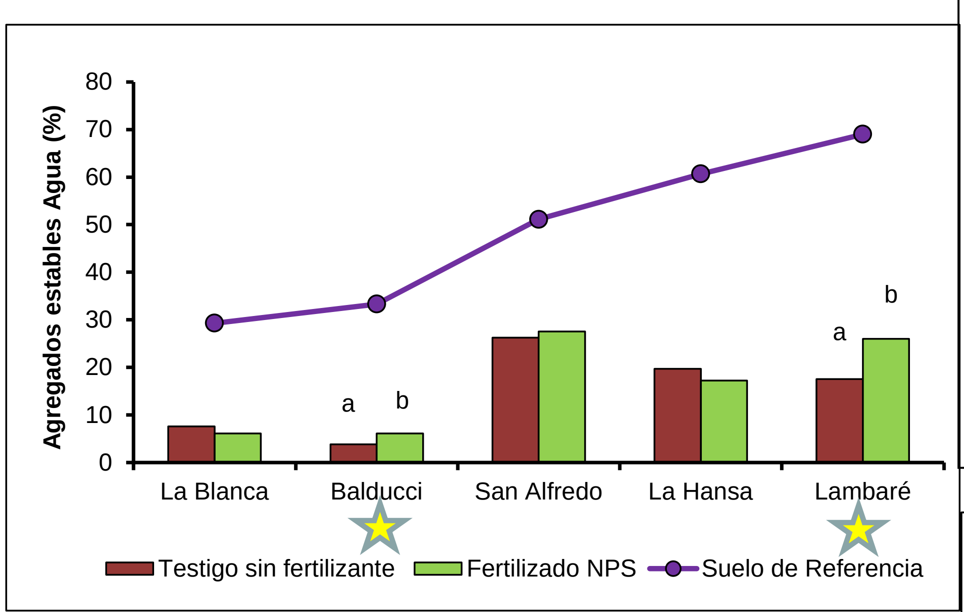
- ✓ C orgánico en Balducci y La Hansa
- ✓ CBM en San Alfredo
- ✓ FDA en La Blanca y Balducci, pero fue menor en La Hansa

FDA, cantidad de fluoresceína producida por la hidrólisis de FDA, es directamente proporcional a la actividad de un grupo de enzimas que incluye proteasas, lipasas y esterasas.

IPNI

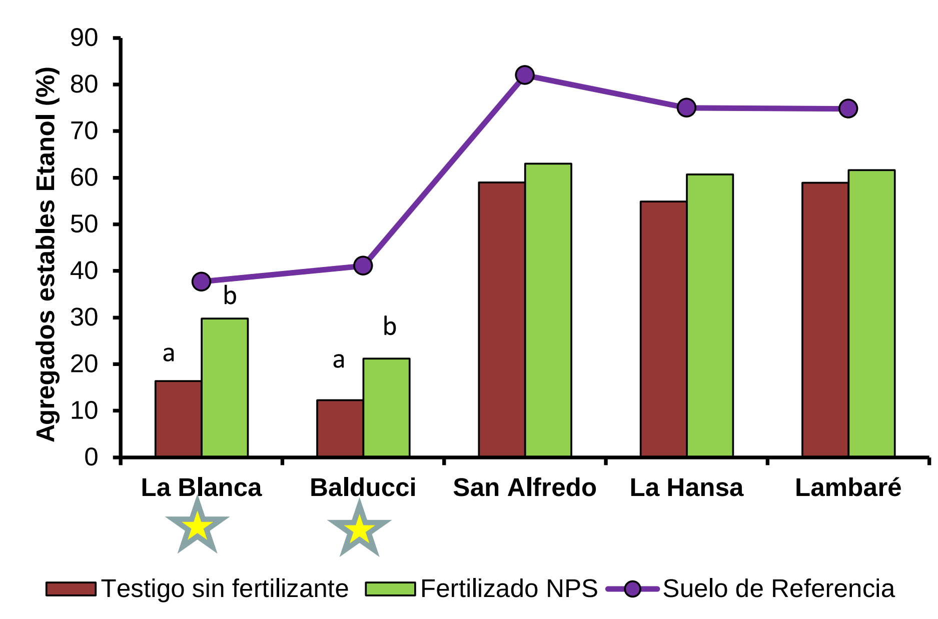
Evaluaciones físicas Red de Nutrición CREA Sur de Santa Fe

Ferreras et al. (2013)



El pre-tratamiento al agua evalúa, además de los mecanismos involucrados en la desagregación, el efecto "estallido". La circulación de gases y fluidos se produce a través de los macroporos, por lo tanto la carencia de una porosidad adecuada que permita la salida del aire atrapado produce la ruptura de los agregados.

El pre-tratamiento con etanol evita el ingreso abrupto del agua hacia el interior de los agregados, por lo que los resultados indican la susceptibilidad debida al hinchamiento y dispersión al humectarse. En este caso se mide la cohesión de los agregados, es decir la mayor o menor fragilidad que presentan aportada por el contenido de arcilla y MO.





Evaluaciones físicas Red de Nutrición CREA Sur de Santa Fe
Ferreras et al. (2013)

Testigo NPS Referencia

Densidad aparente (Mg/m³)

1.6
1.4
1.2
1
0.8
0.6

0-7.5	7.5-15	0-7.5	7.5-15	0-7.5	7.5-15	0-7.5	7.5-15	0-7.5	7.5-15
La Blanca		Balducci		San Alfredo		La Hansa		Lambaré	



Evaluaciones físicas Red de Nutrición CREA Sur de Santa Fe
Ferreras et al. (2013)

Resistencia Mecánica - LA BLANCA

Centésimas de mm de deformación del anillo

0 50 100 150 200 250

Profundidad (cm)

0 5 10 15 20 25 30 35

NPS Testigo Suelo Referencia

Resistencia Mecánica - BALDUCCI

Centésimas de mm de deformación del anillo

0 50 100 150 200 250

Profundidad (cm)

0 5 10 15 20 25 30 35

NPS Testigo Suelo Referencia

Resistencia Mecánica - SAN ALFREDO

Centésimas de mm de deformación del anillo

0 50 100 150

Profundidad (cm)

0 5 10 15 20 25 30 35

NPS Testigo Suelo Referencia

Resistencia Mecánica - LA HANSA

Centésimas de mm de deformación del anillo

0 50 100 150

Profundidad (cm)

0 5 10 15 20 25 30 35

NPS Testigo Suelo Referencia

Resistencia Mecánica - LAMBARÉ

Centésimas de mm de deformación del anillo

0 50 100 150 200 250

Profundidad (cm)

0 5 10 15 20 25 30 35

NPS Testigo Suelo Referencia




¡¡Muchas gracias!!
IPNI
International
Plant Nutrition
Institute
www.lacs.ipni.net
fgarcia@ipni.net